



**TUGAS AKHIR - SS 145561**

# **PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIKA PROSES PENGELASAN DI PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA**

**ARIZAL ARIF FIRMANSYAH  
NRP 1314 030 111**

**Dosen Pembimbing  
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**

**Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**



**TUGAS AKHIR - SS 145561**

**PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIKA  
PROSES PENGELASAN DI PT. DOK DAN  
PERKAPALAN SURABAYA**

**ARIZAL ARIF FIRMANSYAH  
NRP 1314 030 111**

**Dosen Pembimbing  
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**

**Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**



**FINAL PROJECT - SS 145561**

# **STATISTICAL QUALITY CONTROL OF WELDING PROCESS IN PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA**

**ARIZAL ARIF FIRMANSYAH  
NRP 1314 030 111**

**Supervisor  
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**

**Department Of Business Statistics  
Faculty Of Vocational  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIKA PROSES  
PENGELASAN DI PT.DOK DAN PERKAPALAN  
SURABAYA**

**TUGAS AKHIR**

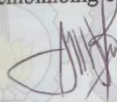
Ditujukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Ahli Madya pada Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ARIZAL ARIF FIRMANSYAH**  
**NRP 1314 030 111**

**SURABAYA, JULI 2017**

Menyetujui,  
Pembimbing Tugas Akhir



**Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**  
**NIP. 19610311 198701 2 001**

Mengetahui,  
Kepala Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi ITS



**Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si**  
**NIP. 19740328 199802 1 001**

# **PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIKA PROSES PENGELASAN DI PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA**

**Nama** : Arizal Arif Firmansyah  
**NRP** : 1314 030 111  
**Departemen** : Statistika Bisnis  
**Dosen Pembimbing** : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

## **Abstrak**

*Sebuah kapal dirancang terdiri atas beberapa bagian yang berupa sambungan dimana sambungan-sambungan tersebut akan dilakukan pemeriksaan. Hasil dari proses pengelasan pada sambungan sering kali tidak sesuai atau belum memenuhi kriteria yang sudah ditentukan. Hal ini dapat diketahui dengan pemeriksaan yang dilakukan oleh divisi Quality Control (QC) yang selanjutnya dilakukan rekap data hingga diketahui jenis ketidaksesuaian yang muncul pada proses pengelasan. Dilakukan analisis untuk mengetahui kapabilitas proses dan faktor-faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian pada proses pengelasan. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari hasil pemeriksaan proses pengelasan pada Kapal Tonasa Lines N012612. Hasil analisis dapat disimpulkan bahwa hasil pengelasan pada bagian bottom shell dan side shell, tank top tidak terkendali secara statistik karena ada salah satu titik berada diluar batas kendali, hal ini disebabkan adanya ketidaksesuaian pengelasan jenis porosity dan slag line sedangkan pada bagian main deck telah terkendali secara statistik. Serta, hasil pengelasan menunjukkan tidak kapabel karena pada bagian bottom shell dan side shell nilai  $\hat{p}_{pk}^{\%}(0.31) < 1$ , bagian main deck nilai  $\hat{p}_{pk}^{\%}(-0.046) < 1$ , bagian tank top nilai  $\hat{p}_{pk}^{\%}(0.173) < 1$ .*

**Kata Kunci** : Kapabilitas Proses, Proses Pengelasan, Quality Control

# STATISTICAL QUALITY CONTROL OF WELDING PROCESS IN PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA

**Student Name** : Arizal Arif Firmansyah  
**NRP** : 1314 030 111  
**Department** : Business of Statistic  
**Supervisor** : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

## Abstract

*A designed ship consists of several parts in the form of a connection where the connections will be examined. The results of the welding process on the connection are often not appropriate or have not met the criteria that have been determined. This can be known by checks made by the Quality Control division (QC) which then performed a recap of data until it is known the type of mismatch that appears in the welding process. Further analysis is done to determine the process capability and the factors that cause mismatch in the welding process. The data used is secondary data obtained from the examination of the welding process on the Ship Tonasa Lines N012612. The result of analysis can be concluded that the pengelasan result on bottom shell and side shell, tank top is not statistically controlled because there is one point is outside the control limit, this is due to the mismatch of pengelasan type porosity and slag line while in main Decks have been statistically controlled. Also, the welding results show no capability because at the bottom of the shell and the shell side part values  $\hat{p}_{pk}^{ \% }(0.31) < 1$ , the main deck part values  $\hat{p}_{pk}^{ \% }(-0.046) < 1$ , the tank top part values  $\hat{p}_{pk}^{ \% }(0.173) < 1$ .*

**Keywords:** Process Capability, Quality Control, Welding Process

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengendalian Kualitas Statistika Proses Pengelasan di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya”**.Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar karena tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan dengan sabar serta memberikan dukungan yang sangat besar bagi penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si selaku penguji dan validator sekaligus Kepala Departemen Statistika Bisnis ITS serta Ibu Noviyanti Santoso, S.Si, M.Si selakupengujiyang telahmemberikan saran-saran, nasihat, motivasi untukkesempurnaanTugasAkhirini.
3. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Program Studi Departemen Statistika Bisnis ITSyang telahmenyediakanfasilitasuntukmenyelesaikanTugasAkhir.
4. Seluruh Dosen dan karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan pengalaman, ilmu kepada penulis serta memberikan kelancaran dalam kuliah baik dari sarana prasarana .
5. Bapak Bina Samudera selaku Manajer Pengembangan SDM dan Bapak Sugito selaku Pembimbing Lapangan serta seluruh staff yang telah memberikan kesempatan dan membimbing penulis untuk dapat melaksanakan Tugas Akhir di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.
6. Ayah tercinta Abdul Azis, Ibu tersayang Asnawati, dan Adik atas doa, kasih sayang, dukungan, semangat dan segalanya yang telah diberikan untuk penulis sehingga

menjadi mudah dan dilancarkan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Senior-senior dari Jurusan D3 Statistika ITS yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah membantu ketika penulis membutuhkan pencerahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman SC HIMADATA-ITS yang selalu memberikan semangat dan menghibur jika ada sebuah masalah.
9. Teman-teman Angkatan 2014 “PIONEER” Departemen Statistika Bisnis ITS dan “RESPECT” Departemen Statistika ITS yang telah bekerja sama dengan baik selama penulis menempuh pendidikan, serta memberikan pengalaman dan kenangan yang berharga bagi penulis.
10. Teman-teman Partai Huru Hara, MDPL WARRIORS, Komunitas Pendaki Gunung regional Susiresik, Bonek Heroes Campus, serta LKB Crew yang telah memberikan dukungan dan motivasi bagi penulis selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
11. Semua pihak yang telah memberikan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar berguna untuk perbaikan berikutnya.

Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat.

Surabaya, Juli2017

Penulis



# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b><i>TITLE PAGE</i></b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b><i>ABSTRACT</i></b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Masalah .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengendalian Kualitas Statistik .....	3
2.2 Peta Kendali Atribut .....	3
2.1.1 Keacakan Data .....	3
2.1.2 Distribusi Poisson .....	4
2.1.3 Peta Kendali Atribut U .....	5
2.1.4 Kapabilitas Proses.....	6
2.1.5 Diagram Pareto .....	7
2.1.6 Diagram Sebab-Akibat ( <i>Ishikawa</i> ) .....	8
2.3 Pengelasan ( <i>Welding</i> ) .....	8
2.3.1 Posisi Pengelasan.....	8
2.3.2 Teknik Pengelasan .....	9
2.3.2 Jenis Ketidaksesuaian Pengelasan .....	11
2.3.2 Proses Pemeriksaan Pengelasan.....	12
2.4 Kapal Tonasa Lines .....	14

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Sumber Data .....	15
3.2 Variabel Penelitian .....	15
3.3 Struktur Data Penelitian .....	17
3.4 Metode Analisis .....	17

### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1 Analisis Asumsi Peta Kendali U .....	21
4.1.1 Pengujian Keacakan.....	21
4.1.2 Pengujian Distribusi Poisson .....	22
4.2 Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Peta Kendali Atribut U .....	22
4.3 Analisis Kapabilitas Proses .....	32
4.3.1 Analisis Kapabilitas Proses Peta Kendali U bagian <i>Bottom Shell</i> dan <i>Side Shell</i> .....	32
4.3.2 Analisis Kapabilitas Proses Peta Kendali U Bagian <i>Main Deck</i> .....	33
4.3.3 Analisis Kapabilitas Proses Peta Kendali U Bagian <i>Tank Top</i> .....	33

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

### **BIODATA PENULIS**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 3.1</b> Jenis Ketidaksesuaian Pengelasan .....	16
<b>Tabel 3.2</b> Organisasi Data Peta Kendali U .....	18
<b>Tabel 4.1</b> Pengujian Keacakan .....	21
<b>Tabel 4.2</b> Pengujian Distribusi Poisson .....	22
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Kapabilitas Proses bagian <i>Bottom Shell</i> dan <i>Side Shell</i> .....	34
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Kapabilitas Proses bagian <i>Main Deck</i> .....	34
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Kapabilitas Proses bagian <i>Tank Top</i> .....	35

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Diagram Ishikawa .....	8
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir .....	19
<b>Gambar 4.1</b> Peta Kendali U bagian <i>Bottom Shell</i> dan <i>Side Shell</i> .....	23
<b>Gambar 4.2</b> Peta Kendali U bagian <i>Bottom Shell</i> dan <i>Side Shell</i> (perbaikan).....	24
<b>Gambar 4.3</b> Diagram Pareto .....	25
<b>Gambar 4.4</b> Diagram <i>Ishikawa</i> .....	26
<b>Gambar 4.5</b> Peta Kendali U bagian <i>Main Deck</i> .....	26
<b>Gambar 4.6</b> Diagram Pareto .....	27
<b>Gambar 4.7</b> Diagram <i>Ishikawa</i> .....	28
<b>Gambar 4.8</b> Peta Kendali U bagian <i>Tank Top</i> .....	29
<b>Gambar 4.9</b> Peta Kendali U bagian <i>Tank Top</i> (perbaikan)....	30
<b>Gambar 4.10</b> Diagram Pareto.....	30
<b>Gambar 4.11</b> Diagram Ishikawa .....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Data Hasil Pemeriksaan Proses Pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612.....	43
<b>Lampiran 2</b> Data Jumlah Ketidaksesuaian Pengelasan .....	51
<b>Lampiran 3</b> Output Pengujian Keacakan.....	52
<b>Lampiran 4</b> Output Pengujian Distribusi Poisson .....	53
<b>Lampiran 5</b> Perhitungan Kapabilitas Proses .....	54
<b>Lampiran 6</b> Surat Keaslian Data.....	56
<b>Lampiran 7</b> Surat Perijinan Data .....	57

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sejak revolusi industri pada abad ke-18 telah terjadi perubahan tatanan ekonomi masyarakat dunia, dari sistem agraris menjadi sistem industri yang berbasis pada teknologi. Industri penghasil barang di era globalisasi ini dihadapkan pada tantangan yang cukup berat. Tuntutan konsumen akan kualitas produk semakin meningkat dan tekanan persaingan dalam dunia kerja semakin tinggi (Mangkunegara, 2003). Pengendalian kualitas statistika sangat berperan dalam tantangan yang dihadapi para pelaku bisnis di dunia industri khususnya bidang produksi.

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya yang merupakan salah satu galangan kapal terbesar yang dapat membuat alat transportasi laut. Di tengah persaingan industri pembuatan kapal, perusahaan berusaha untuk selalu menjaga kualitas dari produk yang dihasilkan. Sebuah kapal dirancang terdiri atas beberapa bagian yang berupa sambungan dimana sambungan-sambungan tersebut akan dilakukan pemeriksaan. Hasil dari proses pengelasan pada sambungan sering kali tidak sesuai atau belum memenuhi kriteria yang sudah ditentukan. Untuk melakukan hal tersebut, perusahaan mempunyai divisi *Quality Control (QC)* yang bertugas mengontrol apakah kapal telah memenuhi kualitas yang sudah ditentukan.

Kinerja divisi *Quality Control* cukup sederhana yaitu merekap waktu inspeksi, jenis ketidaksesuaianan pengelasan, dan bagian kapal yang tidak sesuai. Pemeriksaan yang dilakukan adalah memeriksa hasil pengelasan dengan melihat *Radiography Test (X-Ray)* dengan alat *viewer.X-Ray* menghasilkan foto berukuran 4x15 inchi yang akan terlihat ketidaksesuaian hasil pengelasan. Jenis ketidaksesuaian yang ditemukan adalah *Crack*, *Incomplete Penetration (IP)*, *Incomplete Fusion (IF)*, *Lack of Fusion (LOF)*, *Slag Line (SL)*, *Slag Inclusion(SI)*, *Porosity (P)*. Dalam ketidaksesuaian pengelasan pihak *Quality Control*

memberikan informasi kepada pihak lapangan bahwa ada ketidaksesuaian pengelasan atau tidak, sehingga jika terdapat ketidaksesuaian akan dilakukan perbaikan (*repair*). Berdasarkan hal tersebut, terdapat suatu permasalahan yaitu belum dilakukannya analisis ketidaksesuaian pengelasan, oleh sebab itu perlu dilakukan analisis statistik untuk menganalisis hasil ketidaksesuaian itu sehingga dapat dijadikan bahan evaluasi kepada perusahaan untuk meningkatkan kualitas..

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pemeriksaan yang dilakukan divisi *Quality Control* adalah memeriksa hasil pengelasan menggunakan alat *Radiography Test* (X-Ray). Hasil dari pemeriksaan itu dilakukan rekap data berdasarkan jenis ketidaksesuaiannya, namun terdapat permasalahan yaitu belum dilakukannya analisis penyebab ketidaksesuaian pengelasan, sehingga divisi ini melakukan analisis agar mendapatkan jenis ketidaksesuaian yang terdapat dalam hasil pengelasan.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kapabilitas proses pengelasan.
2. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian pada proses pengelasan.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan bahan masukan dan informasi dalam meningkatkan kualitas pembuatan kapal khususnya proses pengelasan, serta dapat dijadikan bahan evaluasi sehingga meminimalkan ketidaksesuaian dalam produksi.

## **1.5 Batasan Masalah**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jenis ketidaksesuaian pengelasan dalam pembuatan Kapal Tonasa Lines N012612 di bagian *bottom shell* dan *side shell, main deck, tanktop*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengendalian Kualitas Statistik**

Pengendalian kualitas adalah aktivitas keteknikan dan manajemen, dimana aktivitas tersebut mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan perbaikan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar. Pengendalian kualitas statistik merupakan suatu metode pengumpulan dan analisis data kualitas, serta penentuan dan interpretasi pengukuran-pengukuran yang menjelaskan tentang proses dalam suatu sistem industri (Montgomery, 2009).

#### **2.2 Peta Kendali Atribut**

Peta kendali atribut adalah peta kendali yang digunakan jika karakteristik kualitasnya atribut yaitu memenuhi atau tidak memenuhi spesifikasinya. Data yang berupa atribut dapat diperoleh lebih cepat daripada data variabel. Peta kendali atribut memerlukan penentuan apakah sebuah produk tidak sesuai atau sesuai. Beberapa jenis peta kendali atribut diantaranya, peta kendali p, peta kendali np, peta kendali c, peta kendali u, dan sebagainya (Montgomery, 2009).

##### **2.2.1 Keacakan Data**

Uji keacakan data adalah sebuah pengujian untuk mengetahui apakah data sampel yang diambil dari suatu populasi (data pengamatan) sudah acak atau belum. Apabila keacakan suatu sampel meragukan, dilakukan suatu cara untuk melangkah ke tahapan analisis. Banyak situasi lain yang dilakukan untuk menyelidiki asumsi yang telah diambil tentang keacakan sampel-sampel yang bersangkutan (Daniel, 1989).

Hipotesis:

$H_0$  : Data pengamatan telah diambil secara acak dari suatu populasi



$H_1$  : Data pengamatan telah diambil secara tidak acak dari suatu populasi

Taraf Signifikan:  $\alpha$

Statistik Uji :

$r$  = banyaknya runtun yang terjadi

Daerah Kritis:

$H_0$  ditolak jika  $r < r_{bawah}$  atau  $r > r_{atas}$  dari tabel nilai kritis untuk runtun  $r$  dengan  $n_1$  dan  $n_2$

Aproksimasi untuk sampel besar bila  $n_1$  maupun  $n_2 > 20$  menggunakan statistik uji adalah

$$z = \frac{r - \left[ \frac{(2n_1n_2)/(n_1 + n_2)}{+1} \right]}{\sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$z$  = nilai kritis.

$r$  = banyaknya runtun yang terjadi.

$n_1$  = banyaknya data bertanda (+) atau banyaknya data yang lebih besar dari median.

$n_2$  = banyaknya data bertanda (-) atau banyaknya data yang lebih kecil dari median.

### 2.2.2 Distribusi Poisson

Distribusi Poisson merupakan sebaran peluang bagi peubah acak Poisson  $X$  yang menyatakan banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama suatu selang waktu atau daerah tertentu. Distribusi poisson adalah distribusi diskret yang berperan dalam pengendalian kualitas. Distribusi poisson menggambarkan kejadian yang jarang terjadi dan tidak terduga. Fungsi peluangnya ditunjukkan pada persamaan (2.2).

$$p(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}, x = 0, 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.2)$$

dengan parameter  $\lambda > 0$ . Rata-rata dan variasi distribusi Poisson adalah

$$\mu = \lambda \text{ dan } \sigma^2 = \lambda \quad (2.3)$$

Rata-rata dan variasi distribusi Poisson adalah sama parameter  $\lambda$  dimana rata-rata tingkat terjadinya ketidaksesuaian, dengan  $x$  adalah banyaknya ketidaksesuaian yang terjadi. Penerapan distribusi Poisson dalam pengendalian kualitas statistik adalah sebagai model untuk banyak ketidaksesuaian yang terdapat dalam suatu unit produk (Daniel, 1989).

Pengujian distribusi poisson menggunakan *one sample Kolmogorov-Smirnov*, sebagai berikut :

Hipotesis:

$H_0$  : Data pengamatan telah berdistribusi poisson  $(F_{(x)} = F_{0(x)})$

$H_1$  : Data pengamatan tidak berdistribusi poisson  $(F_{(x)} \neq F_{0(x)})$

Taraf signifikan:  $\alpha$

Statistik Uji :

$$D = \max |F_n(x) - F_0(x)| \quad (2.4)$$

Keterangan:

$F_n(x)$  = fungsi peluang kumulatif yang dihitung dari data sampel

$F_0(x)$  = fungsi distribusi poisson dari data ketidaksesuaian

$H_0$  ditolak jika  $D_{hitung} > D_{1-\alpha/2,n}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$

### 2.2.3 Peta Kendali Atribut $u$

Peta kendali atribut  $u$  adalah peta kendali yang digunakan untuk menggambarkan ketidaksesuaian dengan ukuran sampel yang tepat sama dengan ukuran unit pemeriksaan. Suatu produk dikatakan tidak sesuai jika produk tersebut tidak memenuhi suatu spesifikasi. Karakteristik kualitas yang dimiliki lebih dari satu, sedangkan sampel yang digunakan bisa sama bisa berbeda (Montgomery, 2009).

Untuk membuat peta kendali  $u$ , maka organisasi data yang akan digunakan seperti terlihat pada Tabel 3.2.

Apabila diketahui suatu variabel random  $U_i$  dengan  $mean = \bar{U}$  dan  $varians = u$ , maka Batas Kendali untuk peta kendali  $u$  jika digunakan  $\mu = 3$  adalah

$$\bar{U} = \frac{U_i}{n} \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} \text{Batas Kendali Atas (BKA)} &= \bar{U} + 3\sqrt{\bar{U}} \\ \text{Garis Tengah (GT)} &= \bar{U} \end{aligned} \quad (2.6)$$

$$\text{Batas Kendali Bawah (BKB)} = \bar{U} - 3\sqrt{\bar{U}}$$

Peta  $u$  dipetakan dengan batas kendali yang sudah dihitung, sehingga dapat melihat apakah peta  $u$  sudah terkendali. Apabila tidak terkendali, maka dicari penyebabnya data yang *out of control* atau keluar batas kendali. Kemudian dihitung lagi batas kendalinya.

## 2.2.4 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses berguna untuk mengukur kemampuan suatu proses produksi dalam menghasilkan produk atau jasa yang sesuai dengan target atau spesifikasi perusahaan. Suatu proses dikatakan kapabel jika proses terkendali, memenuhi batas spesifikasi, serta memiliki tingkat presisi dan akurasi proses tinggi.

Fungsi peluang distribusi poisson ditunjukkan pada persamaan (2.7).

$$p(x) = \frac{\bar{u}^x e^{-\bar{u}}}{x!}, \quad x = 1, 2, \dots \quad (2.7)$$

Dimana  $x$  merupakan jumlah ketidaksesuaian per unit,  $\bar{u}$  adalah rata-rata ketidaksesuaian perunit dan  $e=2,7183$ . Pada beberapa unit produksi terdapat lebih dari satu unit ketidaksesuaian ( $X \geq 1$ ) maka fungsi peluangnya ditunjukkan pada persamaan (2.8).

$$p' = p(x \geq 1) = 1 - p(x = 0) \quad (2.8)$$

pada perhitungan distribusi poisson untuk 0 ketidaksesuaian atau tidak terjadi ketidaksesuaian maka ditunjukkan pada persamaan (2.9).

$$p(X = 0) = \frac{\bar{u}^x e^{-\bar{u}}}{0!} = \frac{1e^{-\bar{u}}}{1} = e^{-\bar{u}} \quad (2.9)$$

Jika  $p(X = 0)$  adalah persentase produk yang tidak sesuai maka persentase produk ketidaksesuaian  $p'$  ditunjukkan pada persamaan (2.10).

$$p' = 1 - p(x = 0) = 1 - e^{-\bar{u}} \quad (2.10)$$

Apabila ditransformasikan pada distribusi normal maka perhitungan nilai kapabilitas proses dengan standar kualitas 3 sigma ditunjukkan pada persamaan (2.11).

$$\hat{p}^{\%}_{pk} = \frac{zp'}{3} \quad (2.11)$$

$$pm_{Total LT} = p'x10^6 \quad (2.12)$$

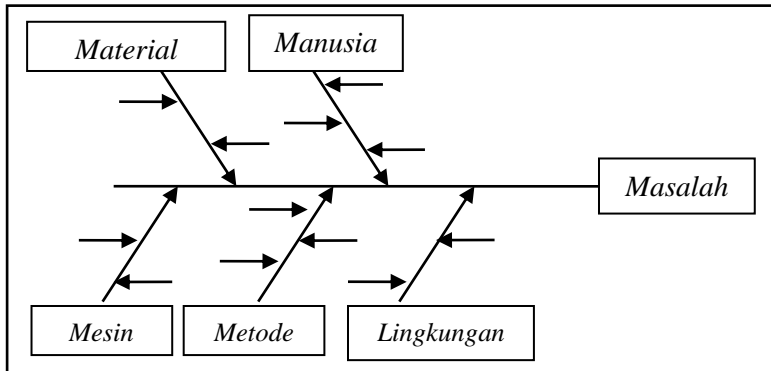
$\hat{p}^{\%}_{pk}$  untuk mengukur seberapa baik suatu proses ini memenuhi kebutuhan pelanggan dalam bentuk persentase ketidaktepatan.  $pm_{Total LT}$  menunjukkan jumlah unit produk tidak sesuai setiap satu juta produk yang dihasilkan. Dalam kasus ini,  $\hat{p}^{\%}_{pk}$  untuk proses data atribut sama dengan 1. Jika  $\hat{p}^{\%}_{pk} < 1$  maka proses dikatakan tidak kapabel.

### 2.2.5 Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan salah satu dari tujuh alat dalam pengendalian kualitas statistika yang memiliki peran penting untuk membuat peringkat masalah-masalah yang potensil untuk diselesaikan. Diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi tipe-tipe yang tidak sesuai atau masalah-masalah yang timbul dengan diurutkan dari berfrekuensi besar ke frekuensi kecil. Diagram pareto berisi batang dan garis, dimana nilai-nilai individu terwakili dalam urutan batang dan total kumulatif diwakili oleh garis. Diagram pareto populer dengan menyatakan 80% permasalahan perusahaan merupakan hasil dari penyebab yang 20% saja. Diagram ini juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses, sebelum dan setelah diambil tindakan perbaikan terhadap proses (Montgomery, 2009).

### 2.2.6 Diagram Sebab-Akibat (*Ishikawa*)

Diagram sebab akibat merupakan salah satu dari tujuh alat dalam pengendalian kualitas statistika yang mempunyai nama lain diagram *Ishikawa* atau tulang ikan (*fishbone*). Diagram sebab akibat adalah grafik yang menggambarkan hubungan antara masalah (akibat) dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya untuk mengetahui penyebab terbesar dari masalah tersebut. Manfaat diagram sebab akibat adalah mengantisipasi dan mengidentifikasi masalah. Penyebab terjadinya masalah pada umumnya yaitu 4M+E atau 4M+L yaitu mesin, metode, manusia, material, dan lingkungan (Heizer, 2006).



**Gambar 2.1** Contoh Diagram *Ishikawa*

## 2.3 Pengelasan (*Welding*)

Pengelasan menurut DIN (Deutsche Industrie Normen) adalah suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dapat dijabarkan lebih lanjut las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas (Team DT-NDT welding inspeksi, 2009).

### 2.3.1 Posisi Pengelasan

Posisi Pengelasan terdiri dari empat macam, sebagai berikut.

### 1. **Dibawah Tangan (1G)**

Posisi bawah tangan merupakan posisi pengelasan yang paling mudah dilakukan. Oleh sebab itu untuk menyelesaikan setiap pekerjaan pengelasan sedapat mungkin diusahakan pada posisi dibawah tangan. Kemiringan elektroda 10 derajat  $\pm$  20 derajat terhadap garis vertical kearah jalan elektroda dan 70 derajat - 116 derajat terhadap benda kerja.

### 2. **Datar atau horizontal (2G)**

Mengelas dengan horizontal biasa disebut juga mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah elektroda mengikuti horizontal. Sewaktu mengelas elektroda dibuat miring sekitar 5 derajat  $\pm$  10 derajat terhadap garis vertikal dan 70 derajat  $\pm$  116 derajat kearah benda kerja.

### 3. **Naik/turun atau vertical (3G)**

Mengelas dengan vertikal biasa disebut juga mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah elektroda mengikuti vertikal. Sewaktu mengelas elektroda dibuat miring sekitar 5 derajat  $\pm$  10 derajat terhadap garis horizontal dan 70 derajat  $\pm$  116 derajat kearah benda kerja.

### 4. **Di Atas Kepala (4G)**

Posisi pengelasan ini sangat sulit dan berbahaya karena bahan cair banyak berjatuhan dapat mengenai juru las. Oleh karena itu, diperlukan perlengkapan yang serba lengkap. Mengelas dengan posisi ini benda kerja terletak pada bagian atas juru las dan kedudukan elektroda sekitar 5 derajat  $\pm$  20 derajat terhadap garis vertical dan 75 derajat-85 derajat terhadap benda kerja.

## 2.3.2 Teknik Pengelasan

Teknik pengelasan terdiri dari tiga macam, sebagai berikut.

### 1. **SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) atau Pengelasan Secara Manual**

Pengelasan secara manual adalah proses las busur manual dimana panas pengelasan dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda terumpan berpelindung *flux* dengan benda kerja. Pengelasan teknik ini bisa dilakukan pada berbagai posisi atau lokasi yang bisa dijangkau dengan sebatang elektroda.

Sambungan-sambungan pada daerah dimana pandangan mata terbatas masih bisa di las dengan cara membengkokkan elektroda. Adapun keuntungan dan kelemahan dari pengelasan secara manual, sebagai berikut.

- a. Keuntungan, SMAW adalah proses las busur paling sederhana dan paling serba guna.
- b. Kelemahan, SMAW adalah proses pengelasan dengan dayaguna tinggi, proses ini mempunyai beberapa karakteristik dimana laju pengisiannya lebih rendah dibandingkan proses pengelasan semi-otomatis atau otomatis.

## **2. Semi Otomatis (FCAW atau GMAW)**

Proses las GMAW dikerjakan dengan mempergunakan elektroda solid atau tubular sesuai dengan komposisi diinginkan, yang diumpankan melalui suatu *spool* atau gulungan. Elektroda ini diumpankan secara kontinyu dari sebuah gun atau torchsambil mempertahankan busur yang terbentuk antara ujung elektroda dengan base metal. Pengelasan GMAW disebut juga dengan MIG (*Metal Inert Gas*). Singkatan MIG ini tidak lagi menjelaskan proses las GMAW, karena tidak semua gas pelindung yang dipakai oleh proses ini adalah gas inert. Di dalam pengelasan GMAW, elektroda umumnya berbentuk solid dan semua gas pelindung berasal dari sumber luar. *Flux cored arc welding* atau las busur berinti flux mirip dengan proses las GMAW, yaitu menggunakan elektroda solid dan tubular yang diumpankan secara kontinyu dari sebuah gulungan. Elektroda diumpankan melalui gun atau torch sambil menjaga busur yang terbentuk diantara ujung elektroda dengan base metal. FCAW menggunakan elektroda dimana terdapat serbuk flux di dalam batangnya. Butiran-butiran dalam inti kawat ini menghasilkan sebagian atau semua shielding gas yang diperlukan. Jadi berlawanan dengan GMAW, dimana seluruh gaspelindung berasal dari sumber luar. FCAW bisa juga menggunakan gas pelindung tambahan, tergantung dari jenis elektroda, logam yang dilas, dan sifat dari pengelasan yang dikerjakan.

### 3. SAW (*Shielded Metal Welding*) atau Pengelasan Otomatis

SAW atau las busur terbenam termasuk salah satu las busur listrik, dimana busur dan kawah las ditutupi oleh lelehan *flux* dan lapisan butiran-butiran *flux*. Pada proses ini busur las tidak terlihat. Elektroda diumpankan secara kontinyu dari sebuah gulungan. Kekurangan, terbatasnya pandangan mata terhadap busur dan kawah las selama pengelasan membuat proses ini menjadi lebih sulit dalam mempertahankan posisi las di atas sambungan, meskipun pada umumnya hal ini tidak menjadi masalah dan waktu pemasangan untuk pengelasan lebih lama dibandingkan dengan GMAW dan SMAW, sehingga proses ini tidak ekonomis pada pekerjaan-pekerjaan kecil.

#### 2.3.3 Jenis ketidaksesuaian pengelasan

Adapun pengertian dari jenis ketidaksesuaian pengelasan, sebagai berikut.

##### 1. *Crack*

Retakan las akibat dari tegangan sisa bahan. Hal ini disebabkan oleh timbulnya tegangan-tegangan karena adanya pemanasan dan pendinginan yang tidak sama rata dan perubahan struktur daerah yang dipanaskan. Ketidaksesuaian ini sering timbul di daerah yang kaku karena perubahan volumetris menimbulkan tegangan yang sangat kuat dan tertutup menyebabkan retak.

##### 2. *Lack of fusion (LOF)*

Ketidaksesuaian yang disebabkan oleh penggabungan logam pengisi logam awal tidak sempurna dan terdapat celah kecil di sepanjang hasil pengelasan. Hal ini disebabkan oleh adanya kotoran dipermukaan las karena persiapan sambungan kurang tepat dan ukuran kawat las terlalu besar.

##### 3. *Incomplete Penetration (IP)*

Ciri ketidaksesuaian ini yaitu terdapat garis lurus hitam memanjang disekitar sumbu las. Hal ini disebabkan oleh kecepatan las terlalu tinggi dan diameter kawat las terlalu besar.



#### 4. ***Incomplete Fusion (IF)***

Ketidaksesuaian yang disebabkan oleh kecepatan las terlalu tinggi dan diameter kawat las terlalu besar.

#### 5. ***Slag Inclusion (SI)***

Ketidaksesuaian ini sering disebut kemasukan *slag* atau kotoran. Kotoran ini terdapat dalam film tampak bintik berwarna hitam. Hal ini disebabkan oleh pembersihan kerak las kurang baik pada setiap lapis, busur las terlalu jauh nyala api terlalu banyak oksigen sehingga pelelehan kurang baik.

#### 6. ***Slag Line (SL)***

Ciri ketidaksesuaian ini terdapat pada film tampak garis hitam yang memanjang atau terputus-putus. Hal ini disebabkan oleh pembersihan slag pada alur las kurang sempurna.

#### 7. ***Porosity (P)***

Pada film tampak bintik hitam berbentuk bulat. Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh permukaan logam dasar kotor dan lingkungan kerja lembab dan berangin besar.

### 2.3.4 Proses Pemeriksaan Pengelasan

Proses pemeriksaan pengelasan dapat dilihat dari proses pengelasan dan *Radiography Test (X-ray)*. Adapun proses pemeriksaan pengelasan, sebagai berikut.

#### a. **Proses Pengelasan**

Pengelasan adalah penyambungan dua buah logam padat dengan mencairkannya melalui pemanasan. Pengelasan dilakukan untuk menyambung dua bagian logam menjadi satu, tanpa mengurangi kekuatan dan bentuk dari material logam tersebut. Selain itu, pengelasan cukup ekonomis dan efisien karena cara penyambungannya dengan cara tetap. Proses pengelasan sangat banyak ragamnya demikian pula dengan bentuk sambungan yang akan di las, jenis kampuh manik las (*weldment*) dan posisi pengelasan yang akan dilakukan.

Pengontrolan kualitas di PT Dok dan Perkapalan Surabaya dalam proses pengelasan pada pembuatan kapal, sebagai berikut.

### **1. Penentuan standar**

Menentukan standar kualitas produksi sesuai dengan pesanan atau permintaan, meliputi penetapan spesifikasi dan sampling penerimaan. Penentuan standar dilakukan oleh class LR

### **2. Konfirmasi**

Membandingkan hasil produksi dengan ukuran standar yang telah ditentukan. Konfirmasi dilakukan oleh divisi *Quality Control* PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.

### **3. Tindakan**

Mengambil tindakan (koreksi) bila standar dilampaui yaitu melakukan perbaikan terhadap produk yang Ketidaksesuaian. Tindakan ini dilakukan oleh pihak *Quality Control* PT. Dok dan Perkapalan Surabaya atas perijinan pimpinan proyek.

### **4. Rencana perbaikan.**

Mengembangkan usaha-usaha terus-menerus untuk memperbaiki standar harga dan standar mutu. Rencana perbaikan dilakukan oleh pihak *Quality Control* PT. Dok dan Perkapalan Surabaya bersama dengan pimpinan proyek pembuatan kapal.

#### **b. Teknik *Radiography Test (X-ray)***

Radiologi adalah istilah umum yang digunakan untuk metode pemeriksaan material yang berdasarkan perbedaan peyerapan paparan radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang sinar paling rendah pada material yang akan diperiksa. Radiografi adalah istilah yang dipakai pada metode radiologi yang menghasilkan bayangan (*image*) pada film atau pada kertas.

Penggunaan radiografi digunakan untuk mendeteksi keadaan pada suatu ketebalan komponen, yang maksudnya adalah kemampuan untuk mendeteksi ketidaksesuaian-ketidaksesuaian seperti retakan (*crack*) yang tergantung pada orientasinya selama pemeriksaan. Ketidaksesuaian-ketidaksesuaian seperti *void* dan inklusi yang masih dapat diukur ketebalannya pada segala arah, akan dapat dideteksi sepanjang ketidaksesuaian ini tidak terlalu kecil.

Tiga unsur dasar radiografi adalah sumber radiografi, benda yang akan diperiksa dan sensor. Benda yang dapat dideteksi adalah logam atau non-logam yang mempunyai ketebalan dan mengandung ketidaksesuaian-ketidaksesuaian internal. Radiasi dari sumber akan diserap dan diteruskan oleh benda uji dan intensitas radiasi yang diterima oleh film pada daerah dibawah ketidaksesuaian adalah berbeda menurut kerapatan maupun ketebalannya.

### **2.3 Kapal Tonasa Lines N 012612**

Kapal Tanker Tonasa Lines N 012612 merupakan salah satu jenis kapal niaga yang digunakan dalam perdagangan yang diproduksi oleh PT. Dok dan Perkapalan Surabaya. Suatu produk selalu memiliki karakteristik, begitu juga dengan Kapal Tonasa Lines N 012612 sebagai berikut.

- |                    |              |
|--------------------|--------------|
| 1. Panjang Kapal   | : 100 m      |
| 2. Lebar Kapal     | : 30 m       |
| 3. Tinggi Kapal    | : 50 m       |
| 4. Kedalaman Kapal | : 15 m       |
| 5. Kecepatan Kapal | : 16 knots   |
| 6. Berat Kapal     | : 10.000 ton |

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 SumberData**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari hasil pemeriksaan proses pengelasan pada pembuatan kapal dengan melihat *Radiography Test (X-Ray)* dengan alat *viewer* sehingga didapatkan data pada Lampiran 1 yang diambil di divisi *Quality Control* PT Dok dan Perkapalan Surabaya yang beralamat di Jl. Tanjung Perak Barat 433 - 435, Surabaya. Surat izin pengambilan data dan surat keaslian data dapat dilihat pada Lampiran 6 dan 7.

Langkah-langkah dalam melaksanakan proses pengambilan sampel pemeriksaan pada proses pengelasan pembuatan kapal, sebagai berikut.

1. Mempersiapkan sambungan dari masing-masing bagian kapal.
2. Melakukan pengelasan antara lempengan-lempengan besi sehingga tersambung.
3. Setelah sambungan selesai dilakukan pengelasan pada masing-masing bagian kapal, dilakukan pengambilan jumlah sambungan untuk diperiksa.
4. Selanjutnya setiap sambungan tersebut dilakukan pemeriksaan oleh team inspektor dan bagian *Quality Control*.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis ketidaksesuaian pengelasan yang ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Jenis Ketidaksesuaian Pengelasan

No	Kode	Jenis Ketidaksesuaian Pengelasan	Pengertian	Kriteria Untuk Pengujian Radiografi
1	K1	<i>Crack</i>	Jumlah retakan las akibat dari tegangan sisa bahan	100% tidak diterima jika terjadi retakan
2	K2	<i>Incomplete Penetration (IP)</i>	Jumlah garis lurus hitam ditengah-tengah jalur las atau sekitar las	Tidak diterima jika terletak disambungan tumpul las sebesar 2 mm
3	K3	<i>Incomplete Fusion (IF)</i>	Jumlah garis lurus hitam ditengah-tengah jalur las yang disebabkan penembusan yang tidak sempurna	Tidak diterima jika terletak disambungan tumpul las sebesar 2 mm
4	K4	<i>Lack of Fusion (LOF)</i>	Jumlah kotoran pada permukaan yang dilas sehingga menimbulkan celah kecil di hasil pengelasan	Maximum 2 mm
5	K5	<i>Slag Line (SL)</i>	Jumlah kotoran yang terjebak dalam logam las dan bentuk nya memanjang	Maximum 50 mm (Memanjang)
6	K6	<i>Slag Inclusion (SI)</i>	Jumlah bintik berwarna hitam yang bentuknya tidak beraturan	Maximum 1 titik dengan tidak lebih dari diameter 9 mm
7	K7	<i>Porosity (P)</i>	Jumlah udara yang terjebak dalam weld metal. Berbentuk bintik-bintik hitam yang berpola bulat	Maximum 5 titik dengan tidak lebih dari 4 mm

### 3.3 Organisasi Data

Organisasi data peta kendali u pada analisis ketidaksesuaian pengelasan, sebagai berikut:

**Tabel 3.2** Organisasi Data Peta Kendali u

Tanggal	ni	Jenis Ketidaksesuaian Welding							U <sub>i</sub>	$\bar{U}_i$
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7		
1	n1	X1,1	X1,2	X1,3	X1,4	X1,5	X1,6	X1,7	U1	U1/n1
2	n2	X2,1	X2,2	X2,3	X2,4	X2,5	X1,7	X2,7	U2	U2/n2
3	n3	X3,1	X3,2	X3,3	X3,4	X3,5	X2,7	X3,7	U3	U3/n3
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
i	ni	...	...	...	...	...	...	...	U <sub>i</sub>	...
124	n124	X124,1	X124,2	X124,3	X124,4	X124,5	X124,6	X124,7	U124	U124/n124

Keterangan:

Tanggal : Pengamatan berdasarkan tanggal X-Ray

ni : Jumlah pengamatan tiap subgroup ke 1,2,3,...,n

C1-C7 : Jenis ketidaksesuaian pengelasan

U<sub>i</sub> : Jumlah ketidaksesuaian setiap pengamatan

$\bar{U}_i$  : Jumlah ketidaksesuaian setiap subgroup

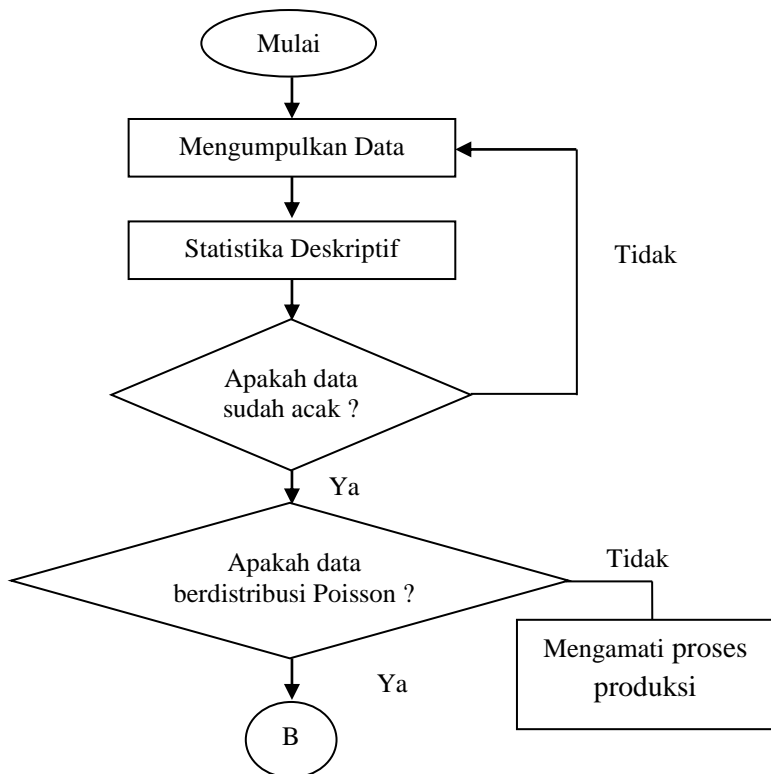
### 3.4 Langkah Analisis

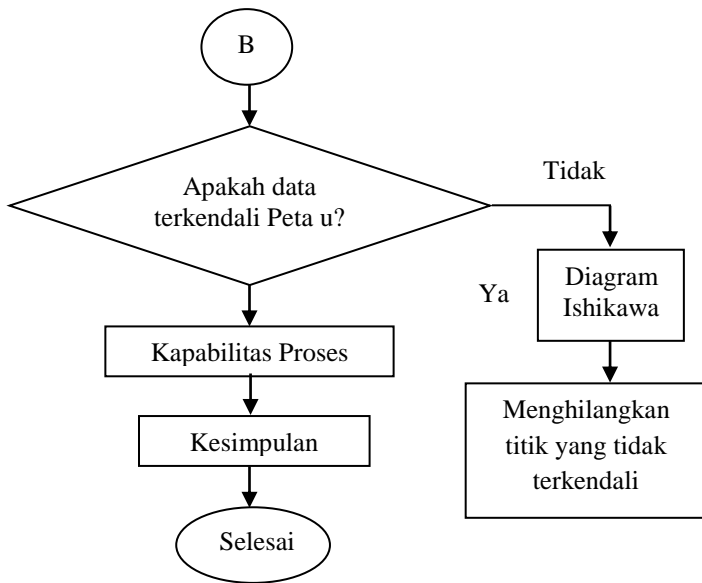
Langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data hasil pemeriksaan proses pengelasan pembuatan kapal.
2. Melakukan pengujian asumsi:
  - a. Asumsi keacakan untuk mengetahui bahwa data hasil pemeriksaan proses pengelasan telah diambil secara acak atau belum.
  - b. Asumsi distribusi Poisson untuk mengetahui bahwa data hasil pemeriksaan proses pengelasan telah berdistribusi Poisson atau tidak.
3. Melakukan analisis pengendalian kualitas :
  - a. Membuat peta kendali u untuk mengetahui bahwa data hasil pemeriksaan proses pengelasan telah terkendali secara statistik.

- b. Menganalisis kapabilitas proses pada data hasil pemeriksaan proses pengelasan.
  - c. Menganalisis diagram ishikawa untuk mengetahui faktor-faktor penyebab ketidaksesuaian pada proses pengelasan.
4. Menginterpretasikan hasil analisis data.
  5. Menarik kesimpulan dan memberikan saran

Diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan dalam gambar 3.1.





**Gambar 3.1**Diagram Alir



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Asumsi Peta Kendali U

Sebelum dibuat Peta kendali u ada beberapa asumsi-asumsi yang harus dipenuhi yaitu asumsi keacakan dan berdistribusi Poisson dimana hasilnya ditunjukkan sebagai berikut.

#### 4.1.1 Pengujian Keacakan

Pengujian keacakan dilakukan untuk mengetahui keacakan data yang diambil dari suatu pengamatan hasil pemeriksaan pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 yang diambil dari empat bagian kapal. Hasil pengujian dijelaskan sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0$  : Data hasil pemeriksaan pengelasan telah diambil secara acak

$H_1$  : Data hasil pemeriksaan pengelasan tidak diambil secara acak

Taraf signifikan :  $\alpha = 0,05$

Pemeriksaan keacakan menghasilkan keputusan  $H_0$  ditolak jika

$r < r_{bawah}$  atau  $r > r_{atas}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$ . Statistik uji keacakan

ketidaksesuaian hasil pemeriksaan pengelasan kapal dengan menggunakan persamaan 2.1 dan data pada lampiran 1 diperoleh output komputer pada Lampiran 3 dan dirangkum pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Pengujian Keacakan

Bagian Kapal	Hasil Pengujian Keacakan				Keputusan
	n1	n2	R	p-value	
<i>Bottom shell &amp; Side shell</i>	14	23	20	0.571	$H_0$ gagal ditolak
<i>Main deck</i>	5	4	5	0.748	$H_0$ gagal ditolak
<i>Tank top</i>	6	6	8	0.545	$H_0$ gagal ditolak

Berdasarkan tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa data hasil pemeriksaan pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 di bagian *bottom shell* dan *side shell*, *main deck*, *tank top* telah diambil secara acak karena nilai  $p\text{-value} > \alpha$ .

#### 4.1.2 Pengujian Distribusi Poisson

Pengujian distribusi poisson dilakukan untuk menyatakan banyaknya hasil percobaan yang terjadi dari suatu pengamatan hasil pemeriksaan pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 dijelaskan sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0$  : Data hasil pemeriksaan pengelasan telah berdistribusi

$$\text{Poisson}(F_{(x)} = F_{0(x)})$$

$H_1$  : Data hasil pemeriksaan pengelasan tidak berdistribusi

$$\text{Poisson}(F_{(x)} \neq F_{0(x)})$$

Taraf signifikan :  $\alpha = 0.05$

Pengujian distribusi Poisson menghasilkan keputusan  $H_0$  ditolak jika  $p\text{-value} < \alpha$ . Statistik uji distribusi poisson ketidaksesuaian hasil pemeriksaan pengelasan kapal dengan menggunakan persamaan 2.4 dan data pada Lampiran 1 diperoleh output komputer pada Lampiran 4 dan dirangkum pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Pengujian Distribusi Poisson

Bagian Kapal	$\lambda$	Chi-Sq	P-value	Keputusan
<i>Bottom shell &amp; Side shell</i>	3.723	8.18	0.147	$H_0$ gagal ditolak
<i>Main deck</i>	1.444	5.097	0.024	$H_0$ gagal ditolak
<i>Tank top</i>	2.917	2.065	0.356	$H_0$ gagal ditolak

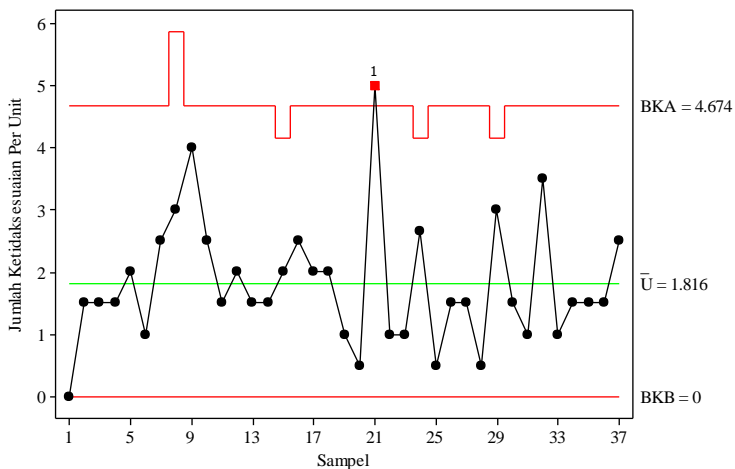
Berdasarkan tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa data hasil pemeriksaan pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 di bagian *bottom shell* dan *side shell*, *main deck*, *tank top* telah diperoleh telah mengikuti sebaran distribusi poisson.

#### 4.2 Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Peta Kendali Atribut U

Peta kendali atribut merupakan peta kendali yang menggunakan data atribut dimana hanya memiliki dua karakteristik, memenuhi atau tidak memenuhi spesifikasinya. Peta

Kendali U merupakan peta kendali atribut yang digunakan untuk menggambarkan ketidaksesuaian dengan ukuran sampel yang tepat sama dengan ukuran unit pemeriksaan. Karakteristik kualitas yang dimiliki lebih dari satu, sedangkan sampel yang digunakan bisa sama bisa berbeda. Hasil analisis pengendalian kualitas proses pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 dijelaskan sebagai berikut.

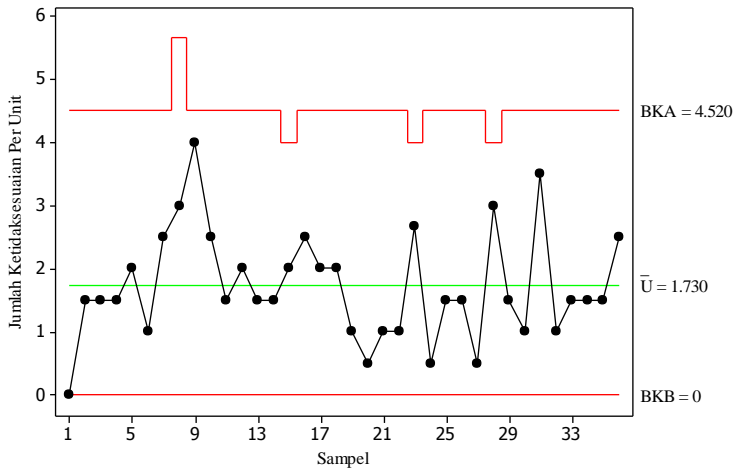
**a. Peta Kendali U bagian *Bottom Shell* dan *Side Shell***



**Gambar 4.1** Peta Kendali U bagian *Bottom shell* dan *Side Shell*

Gambar 4.1 menunjukkan secara visual bahwa peta u untuk bagian *bottom shell* dan *side shell* dari hasil pemeriksaan ketidaksesuaian pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 terdapat pengamatan yang keluar dari Batas Kendali Atas sebesar 4.674 dan Batas Kendali Bawah sebesar 0 yaitu pada pengamatan ke 21. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan ketidaksesuaian pengelasan belum terkendali secara statistik sehingga perlu dilakukan perbaikan dan peninjauan kembali.

Selanjutnya dilakukan perbaikan dan peninjauan kembali menggunakan peta kendali u yang baru tanpa memasukkan pengamatan ke 21, hasilnya sebagai berikut.

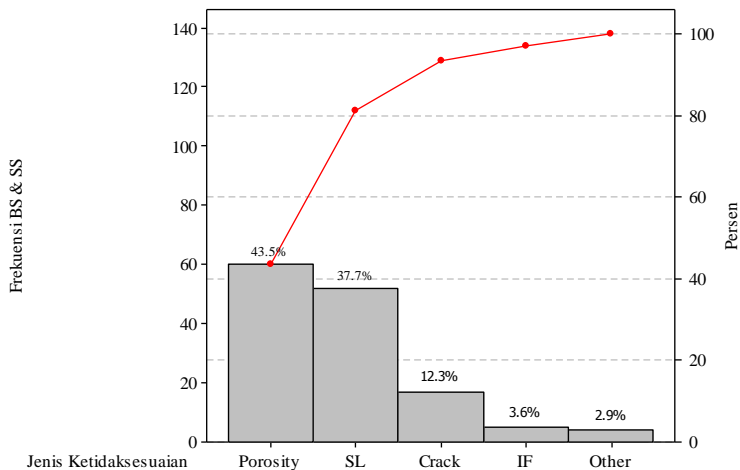


**Gambar 4.2** Peta Kendali U bagian *Bottom shell* dan *Side Shell* (perbaikan)

Gambar 4.2 menunjukkan secara visual bahwa peta u untuk bagian *bottom shell* dan *side shell* dari hasil pemeriksaan ketidaksesuaian pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 tidak terdapat pengamatan yang keluar dari Batas Kendali Atas sebesar 4.520 dan Batas Kendali Bawah sebesar 0. Kesimpulan yang didapatkan yaitu bahwa hasil pemeriksaan ketidaksesuaian pengelasan telah terkendali secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis membuat diagram Pareto untuk mengetahui penyebab ketidaksesuaian terbesar pada hasil pemeriksaan pengelasan, sebagai berikut.

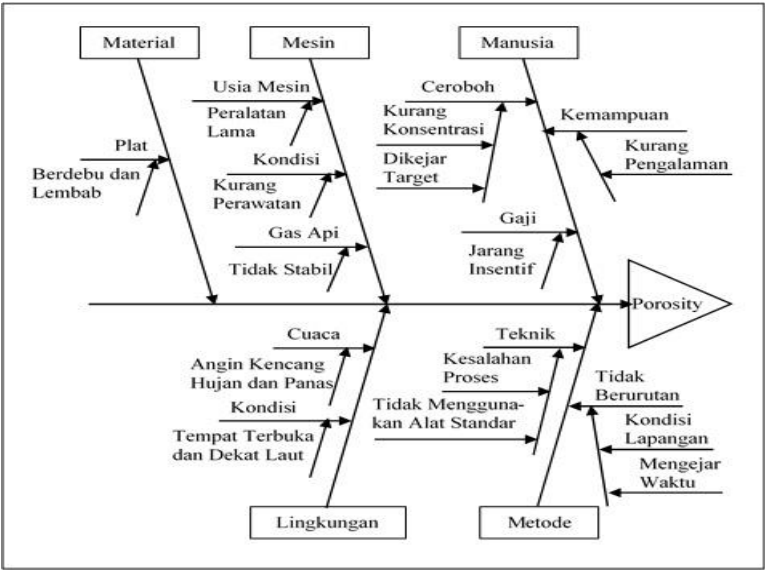
Gambar 4.3 menggambarkan pada sumbu X merupakan variabel penyebab ketidaksesuaian pengelasan dan sumbu Y merupakan banyaknya penyebab yang paling sering muncul selama proses produksi. Hasil analisis menunjukkan terdapat jenis ketidaksesuaian porosity sebanyak 43.5%, slag line sebanyak 37.7%, crack sebanyak 12.3%, incomplete fusion sebanyak 3.6%, dan jenis ketidaksesuaian lainnya sebanyak 2.9%. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa jenis ketidaksesuaian pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 yang paling banyak terjadi pada

bagian *bottom shell* dan *side shell* adalah jenis ketidaksesuaian *porosity* yaitu jumlah udara yang terjebak dalam weld metal yang berbentuk bintik-bintik hitam yang berpola bulat. Selanjutnya dapat dilakukan analisis membuat diagram Ishikawa untuk mengetahui faktor-faktor penyebab dari ketidaksesuaian tersebut, sebagai berikut.



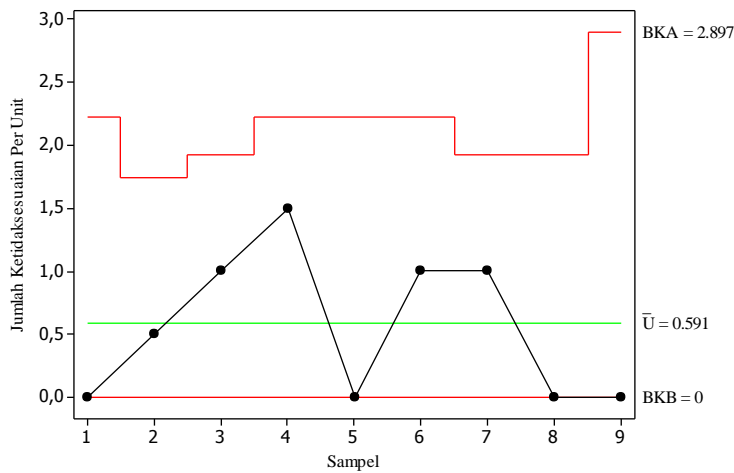
**Gambar4.3** Diagram Pareto

Gambar 4.4 menjelaskan faktor-faktor penyebab terjadinya jenis ketidaksesuaian *porosity* pada hasil pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 yang disebabkan oleh faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Bahan baku berupa elektroda terindikasi lembab atau tidak dalam keadaan kering. Kondisi lingkungan dilapangan yang sangat panas terkadang hujan juga angin serta lokasi dekat laut mempengaruhi jalannya proses pengelasan. Operator *welder* yang kurang hati-hati, kemampuan kurang, dan gaji kurang juga mempengaruhi kinerja operator saat dilokasi produksi. Teknik pengelasan yang kurang baik, pengerjaan yang tidak sesuai urutan juga ingin cepat selesai pengelasan serta penggunaan peralatan mesin mempengaruhi hasil pengelasan saat proses produksi.



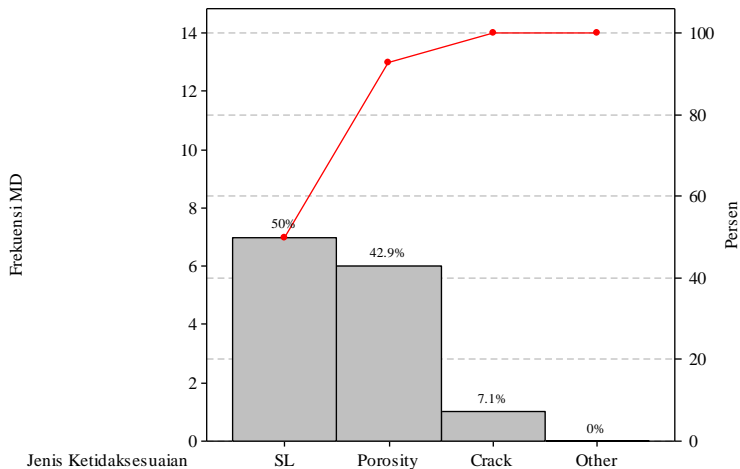
Gambar 4.4 Diagram Ishikawa

b. Peta Kendali U bagian Main Deck



Gambar 4.5 Peta Kendali U bagian Main Deck

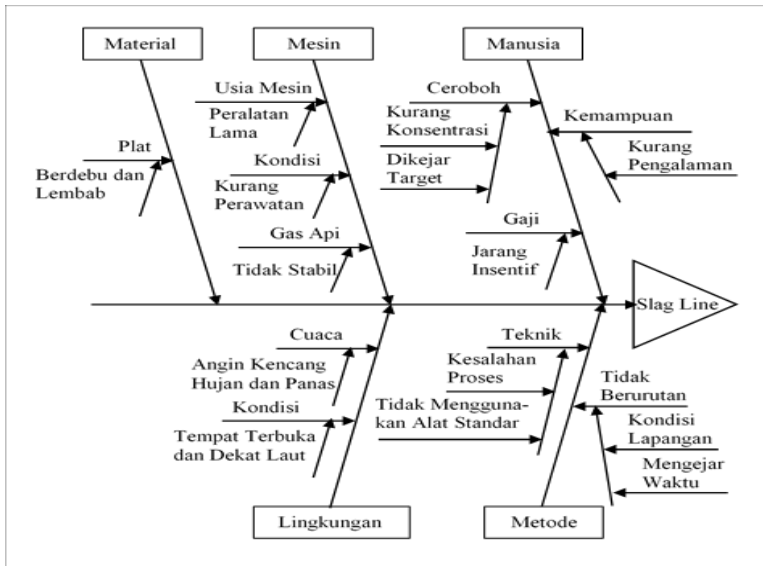
Gambar 4.5 menunjukkan secara visual bahwa peta u untuk bagian *main deck* dari hasil pemeriksaan ketidaksesuaian pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 tidak terdapat pengamatan yang keluar dari Batas Kendali Atas sebesar 2.897 dan Batas Kendali Bawah sebesar 0. Kesimpulan yang didapatkan yaitu bahwa hasil pemeriksaan ketidaksesuaian pengelasan telah terkendali secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis membuat diagram Pareto untuk mengetahui penyebab ketidaksesuaian terbesar pada hasil pemeriksaan pengelasan, sebagai berikut.



**Gambar 4.6** Diagram Pareto

Gambar 4.6 menunjukkan hasil analisis bahwa terdapat jenis ketidaksesuaian *slag line* sebanyak 50%, *porosity* sebanyak 42.9%, dan *crack* sebanyak 7.1%. Berdasarkan gambar 4.6 diketahui bahwa jenis ketidaksesuaian pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 yang paling banyak terjadi pada bagian *main deck* adalah jenis ketidaksesuaian *slag line*. Selanjutnya dapat dilakukan analisis membuat diagram Ishikawa untuk mengetahui faktor-faktor penyebab dari ketidaksesuaian tersebut, sebagai berikut.

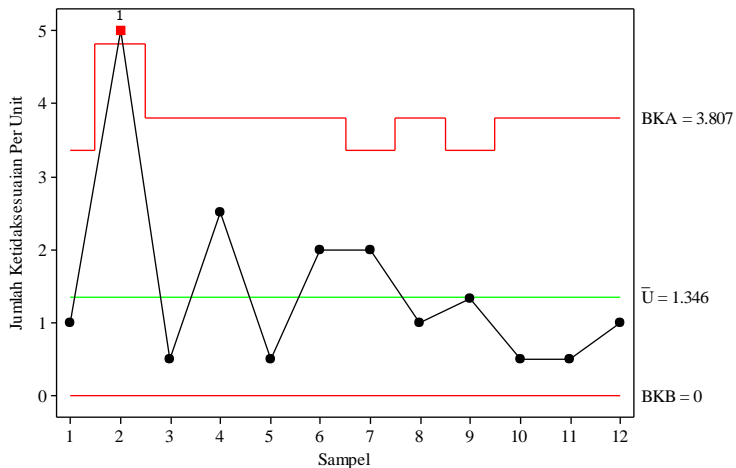




**Gambar 4.7** Diagram Ishikawa

Gambar 4.7 menjelaskan faktor-faktor penyebab terjadinya jenis ketidaksesuaian slag line pada hasil pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 yang disebabkan oleh faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Operator *welder* kurang memperhatikan kebersihan saat melakukan proses pengelasan sehingga masih terdapat kerak pada hasil pengelasan. Bahan baku berupa elektroda terindikasi kotor atau berdebu. Kondisi lingkungan dilapangan yang sangat panas juga angin serta lokasi dekat laut mempengaruhi jalannya proses pengelasan. Operator welder yang kurang hati-hati, kemampuan kurang, dan gaji kurang juga mempengaruhi kinerja operator saat dilokasi produksi. Teknik pengelasan yang kurang baik, pengerjaan yang ingin cepat selesai serta penggunaan peralatan mesin mempengaruhi hasil pengelasan saat proses produksi.

### c. Peta Kendali U bagian *Tank Top*



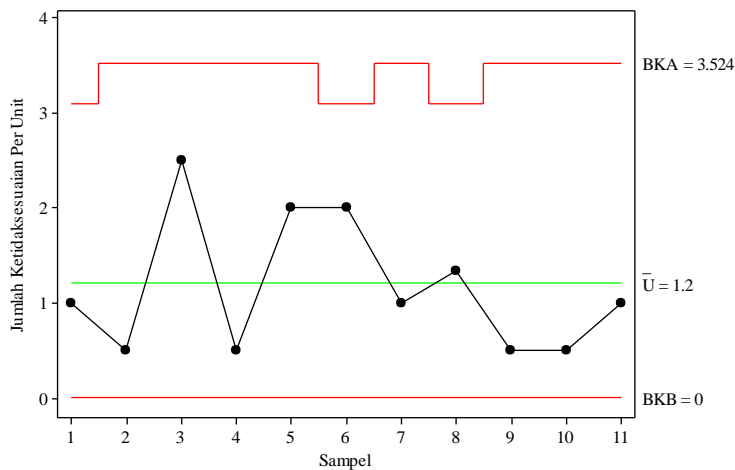
**Gambar 4.8** Peta Kendali U bagian *Tank top*

Gambar 4.8 menunjukkan secara visual bahwa peta u untuk bagian *tank top* dari hasil pemeriksaan ketidaksesuaian pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 terdapat pengamatan yang keluar dari Batas Kendali Atas sebesar 3.807 dan Batas Kendali Bawah sebesar 0 yaitu pada pengamatan ke 2. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan ketidaksesuaian pengelasan belum terkendali secara statistik sehingga perlu dilakukan perbaikan dan peninjauan kembali.

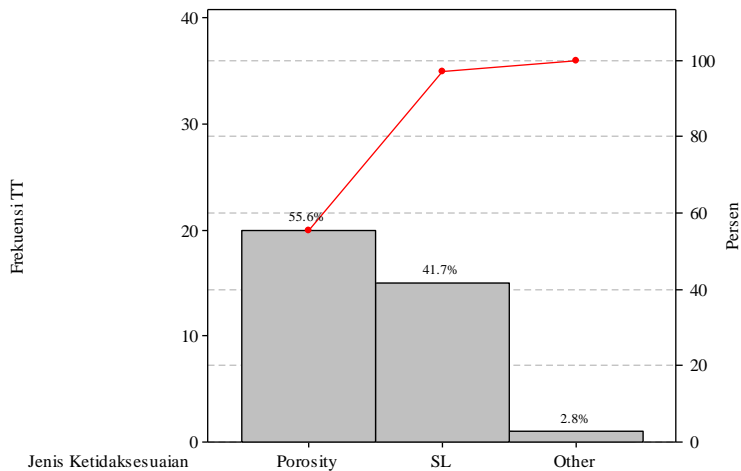
Selanjutnya dilakukan perbaikan dan peninjauan kembali menggunakan peta kendali u yang baru tanpa memasukkan pengamatan ke 2, hasilnya sebagai berikut.

Gambar 4.9 menunjukkan secara visual bahwa peta u untuk bagian *tank top* dari hasil pemeriksaan ketidaksesuaian pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 tidak terdapat pengamatan yang keluar dari Batas Kendali Atas sebesar 3.524 dan Batas Kendali Bawah sebesar 0. Kesimpulan yang didapatkan yaitu bahwa hasil pemeriksaan ketidaksesuaian pengelasan telah terkendali secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis

membuat diagram Pareto untuk mengetahui penyebab ketidaksesuaian terbesar pada hasil pemeriksaan pengelasan, sebagai berikut.

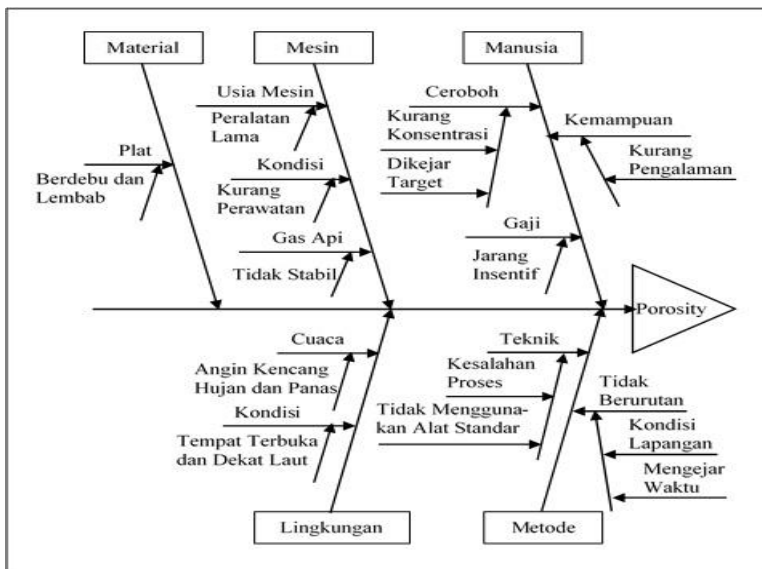


Gambar 4.9 Peta Kendali U bagian *Tank top*



Gambar 4.10 Diagram Pareto

Gambar 4.10 menunjukkan hasil analisis terdapat jenis ketidaksesuaian *porosity* sebanyak 55.6%, *slag line* sebanyak 41.7%, dan jenis ketidaksesuaian lainnya sebanyak 2.8%. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa jenis ketidaksesuaian pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 yang paling banyak terjadi pada bagian *tank top* adalah jenis ketidaksesuaian *porosity*. Selanjutnya dapat dilakukan analisis membuat diagram Ishikawa untuk mengetahui faktor-faktor penyebab dari ketidaksesuaian tersebut, sebagai berikut.



**Gambar 4.11** Diagram Ishikawa

Gambar 4.11 menjelaskan faktor-faktor penyebab terjadinya jenis ketidaksesuaian *porosity* pada hasil pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 yang disebabkan oleh faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Bahan baku berupa elektroda terindikasi lembab atau tidak dalam keadaan kering. Kondisi lingkungan dilapangan yang sangat panas terkadang hujan juga angin serta lokasi dekat laut mempengaruhi jalannya proses pengelasan. Operator *welder* yang kurang hati-

hati, kemampuan kurang, dan gaji kurang juga mempengaruhi kinerja operator saat dilokasi produksi. Teknik pengelasan yang kurang baik, pengerjaan yang tidak sesuai urutan juga ingin cepat selesai pengelasan serta penggunaan peralatan mesin mempengaruhi hasil pengelasan saat proses produksi.

#### 4.3 Analisis Kapabilitas Proses

Peta kendali u telah terkendali secara statistik, maka dilakukan perhitungan analisis kapabilitas proses guna mengukur kemampuan suatu proses produksi dalam menghasilkan produk. Berikut ini hasil perhitungan analisis kapabilitas proses pada masing-masing bagian kapal Kapal Tonasa Lines N012612.

##### 4.3.1 Analisis Kapabilitas Proses Peta Kendali U bagian *Bottom Shell* dan *Side Shell*

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa peta kendali u bagian *bottom shell* dan *side shell* telah terkendali secara statistik, maka dilakukan perhitungan kapabilitas proses menggunakan persamaan 2.11 dan data pada lampiran 1 diperoleh output komputer pada lampiran 5 dan dirangkum pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Kapabilitas Proses bagian *Bottom shell* dan *Side Shell*

Bagian Kapal	$\hat{p}^{\%}_{pk}$	Kapabilitas	Keputusan
<i>Bottom Shell &amp; Side Shell</i>	0.31	$\hat{p}^{\%}_{pk} < 1$	Tidak Kapabel

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai  $\hat{p}^{\%}_{pk}$  sebesar 0.31 yang berarti kurang dari 1, maka disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan proses pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 pada bagian *bottom shell* dan *side shell* tidak kapabel. Hal ini menunjukkan kemampruan proses pengelasan yang dilakukan oleh operator *welder* yang bertanggung jawab pada proses produksi di bagian *bottom shell* dan *side shell* ini masih belum mencapai nilai target kualitas pengelasan.

#### 4.3.2 Analisis Kapabilitas Proses Peta Kendali U bagian *Main deck*

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa peta kendali u bagian *main deck* telah terkendali secara statistik, maka dilakukan perhitungan kapabilitas proses menggunakan persamaan 2.11 dan data pada lampiran 1 diperoleh output komputer pada lampiran 5 dan dirangkum pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Kapabilitas Proses bagian *Main deck*

Bagian Kapal	$\hat{p}^%_{pk}$	Kapabilitas	Keputusan
<i>Main deck</i>	-0.046	$\hat{p}^%_{pk} < 1$	Tidak Kapabel

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai  $\hat{p}^%_{pk}$  sebesar -0.046 yang berarti kurang dari 1, maka disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan proses pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 pada bagian *main deck* tidak kapabel. Hal ini menunjukkan kemampuan proses pengelasan yang dilakukan oleh operator welder yang bertanggung jawab pada proses produksi di bagian *main deck* ini masih belum mencapai nilai target kualitas pengelasan.

#### 4.3.3 Analisis Kapabilitas Proses Peta Kendali U bagian *Tank top*

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa peta kendali u bagian *tank top* telah terkendali secara statistik, maka dilakukan perhitungan kapabilitas proses menggunakan persamaan 2.11 dan data pada lampiran 1 diperoleh output komputer pada lampiran 5 dan dirangkum pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Kapabilitas Proses bagian *Tank top*

Bagian Kapal	$\hat{p}^%_{pk}$	Kapabilitas	Keputusan
<i>Tank top</i>	0.173	$\hat{p}^%_{pk} < 1$	Tidak Kapabel

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa nilai  $\hat{p}^{\%}_{pk}$  sebesar 0.173 yang berarti kurang dari 1, maka disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan proses pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612 pada bagian *tank top* tidak kapabel. Hal ini menunjukkan kemampuan proses pengelasan yang dilakukan oleh operator welder yang bertanggung jawab pada proses produksi di bagian *tank top* ini masih belum mencapai nilai target kualitas pengelasan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil pengelasan pada Kapal Tonasa Lines N012612 pada bagian *bottom shell* dan *side shell*, *tank top* tidak terkendali secara statistik karena ada salah satu titik berada diluar batas kendali, hal ini disebabkan adanya ketidaksesuaian pengelasan jenis *porosity* dan *slag line*. Sedangkan bagian *main deck* telah terkendali secara statistik.
2. Hasil pengelasan pada Kapal Tonasa Lines N012612 menunjukkan tidak kapabel karena pada bagian *bottom shell* dan *side shell* nilai  $\hat{p}_{pk}^{pk}(0.31) < 1$ , bagian *main deck* nilai  $\hat{p}_{pk}^{pk}(-0.046) < 1$ , bagian *tank top* nilai  $\hat{p}_{pk}^{pk}(0.173) < 1$ , yang berarti kemampuan proses pengelasan yang dilakukan oleh operator welder yang bertanggung jawab pada proses produksi di bagian tersebut masih belum mencapai nilai target kualitas pengelasan.

#### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada hasil penelitian ini sebagai berikut.

1. PT. Dok dan Perkapalan Surabaya agar melakukan pengawasan terhadap hasil pengelasan pada proses produksi secara berkala supaya dapat meminimalisir adanya ketidaksesuaian hasil pengelasan.
2. PT. Dok dan Perkapalan Surabaya agar memberikan kegiatan pelatihan juga hadiah tambahan pada operator welder guna meningkatkan kemampuan kinerja yang lebih baik.



3. PT. Dok dan Perkapalan Surabaya sebaiknya menyediakan lokasi kerja tambahan yang lebih tertutup terhindar dari hujan juga panas serta menyediakan alat pembersih.
4. PT. Dok dan Perkapalan Surabaya melakukan pengawasan terhadap material yang digunakan serta menjaga kondisi disekitar lingkungan agar dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada material.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daniel, W. W. 1989. “Statistik Nonparametrik Terapan”. Jakarta: PT Gramedia.
- Heizer, J. dan Render, B. 2006. Manajemen Operasi, Edisi 7. Salemba Empat, Jakarta
- Mangkunegara, A.P., 2003. Perencanaan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia. Refika Aditama. Bandung.
- Montgomery, C. Douglas. 2009. Statistical Quality Control (6<sup>th</sup>ed). Asia: John Wiley & Sons Wiley & Sons, Inc., New York.
- Team DT-NDT pengelasan inspeksi. 2009. Pengujian DT-NDT (Materi Pelatihan Upgrading Personil Quality Control). PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.
- Wiryosumarto, Harsono, 1991. “Teknik Pengelasan Logam”. Pradnya Paramita. Jakarta

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## LAMPIRAN

### Lampiran1. Data Hasil Pemeriksaan Proses Pengelasan KapalTonasa Lines N012612

#### a. Data Bottom Shell dan Side Shell

No	Tanggal	ni	JenisKetidaksesuaianWelding							Hasil Welding	Posisi	TeknikPengelasan
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7			
1	08 Februari 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
2			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
3	10 Februari 2016	2	0	0	0	0	1	0	1	acc	4G	Manual
4			0	0	1	0	0	0	0	acc	4G	Manual
5	12 Februari 2016	2	0	0	0	0	3	0	0	repair	4G	Manual
6			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
7	22 Februari 2016	2	1	0	0	0	0	0	0	repair	4G	Manual
8			0	0	0	0	2	0	0	repair	4G	Manual
9	24 Februari 2016	2	0	0	0	0	1	0	1	repair	4G	Manual
10			0	0	0	0	0	0	2	repair	4G	Manual
11	16 Februari 2016	2	0	0	0	0	0	0	1	repair	4G	Manual
12			1	0	0	0	0	0	0	repair	4G	Manual

13	26 Februari 2016	2	1	0	0	0	0	0	0	repair	3G	Semi Otomatis
14			1	0	0	0	1	0	2	repair	3G	Manual
15	07 Maret 2016	1	0	0	0	0	0	0	3	acc	2G	Manual
16	09 Maret 2016	2	0	0	0	0	2	0	2	repair	4G	Manual
17			0	0	0	0	1	0	3	repair	4G	Manual
18	11 Maret 2016	2	0	0	0	0	0	0	2	repair	4G	Manual
19			0	0	0	0	0	1	2	repair	4G	Manual
20	21 Maret 2016	2	0	0	1	0	2	0	0	repair	4G	Manual
21			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Semi Otomatis
22	23 Maret 2016	2	0	0	0	0	1	0	0	acc	4G	Manual
23			1	0	0	0	0	0	2	repair	4G	Manual
24	25 Maret 2016	2	0	0	0	0	2	0	1	repair	4G	Manual
25			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
26	04 April 2016	2	0	0	0	0	1	0	0	acc	4G	Semi Otomatis
27			1	0	0	0	0	0	1	repair	4G	Manual
28	06 April 2016	3	0	0	0	0	1	0	0	acc	1G	Manual
29			0	0	0	0	2	0	2	repair	3G	Manual
30			0	0	0	0	0	0	1	repair	4G	Manual

31	08 April 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
32			0	0	0	0	2	0	3	repair	4G	Manual
33	18 April 2016	2	1	0	0	0	2	0	0	repair	2G	Manual
34			1	0	0	0	0	0	0	repair	4G	Manual
35	20 April 2016	2	0	0	1	0	0	0	2	repair	4G	Manual
36			0	0	0	0	1	0	0	acc	4G	Manual
37	22 April 2016	2	0	0	0	0	1	0	0	acc	4G	Manual
38			0	0	0	0	0	0	1	repair	4G	Manual
39	02 Mei 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
40			0	0	0	0	0	1	0	acc	4G	Manual
41	04 Mei 2016	2	1	0	0	0	1	0	3	repair	3G	Semi Otomatis
42			1	0	0	0	2	0	2	repair	4G	Manual
43	06 Mei 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
44			0	0	0	0	0	1	1	repair	4G	Manual
45	16 Mei 2016	2	0	0	0	0	0	0	1	repair	4G	Manual
46			0	0	0	0	1	0	0	acc	4G	Manual
47	18 Mei 2016	3	0	0	0	0	2	0	0	repair	4G	Semi Otomatis
48			0	0	1	0	2	0	2	repair	4G	Manual

49			0	0	0	0	0	0	1	repair	3G	Manual
50	20 Mei 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	1G	Manual
51			1	0	0	0	0	0	0	repair	4G	Manual
52	30 Mei 2016	2	1	0	0	0	0	0	0	repair	4G	Manual
53			1	0	0	0	1	0	0	repair	4G	Manual
54	01 Juni 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
55			0	0	0	0	2	0	1	repair	4G	Manual
56	03 Juni 2016	2	0	0	0	0	1	0	0	acc	1G	Manual
57			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
58	13 Juni 2016	3	0	0	0	0	0	0	4	repair	4G	Manual
59			0	0	0	0	2	0	0	repair	4G	Manual
60			0	0	1	0	2	0	0	repair	4G	Manual
61	15 Juni 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
62			1	0	0	0	0	0	2	repair	4G	Manual
63	17 Juni 20016	2	0	0	0	0	0	0	1	repair	4G	Manual
64			0	0	0	0	0	1	0	repair	4G	Semi Otomatis
65	22 Juli 2016	2	1	0	0	0	1	0	0	repair	3G	Manual
66			0	0	0	0	2	0	3	repair	4G	Manual

67	01 Agustus 2016	2	0	0	0	0	1	0	0	acc	4G	Manual
68			0	0	0	0	0	0	1	repair	4G	Manual
69	03 Agustus 2016	2	1	0	0	0	0	0	0	repair	4G	Manual
70			0	0	0	0	2	0	0	repair	4G	Manual
71	05 Agustus 2016	2	0	0	0	0	2	0	0	repair	4G	Manual
72			0	0	0	0	1	0	0	acc	4G	Manual
73	15 Agustus 2016	2	0	0	0	0	1	0	2	repair	4G	Manual
74			0	0	0	0	0	0	0	acc	2G	Manual
75	19 Agustus 2016	2	1	0	0	0	0	0	4	repair	4G	Manual
76			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual

**b. Data Main Deck**

No	Tanggal	ni	JenisKetidaksesuaianWelding							Hasil Welding	Posisi	TeknikPengelasan
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7			
77	31 Agustus 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
78			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
79	02 September 2016	4	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
80			0	0	0	0	1	0	1	repair	4G	Semi Otomatis
81			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual



82			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
83	19 September 2016	3	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
84			0	0	0	0	0	0	3	acc	4G	Manual
85			0	0	0	0	0	0	0	acc	3G	Manual
86	21 September 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
87			0	0	0	0	1	0	2	repair	4G	Manual
88	23 September 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	1G	Manual
89			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
90	03 Oktober 2016	2	0	0	0	0	2	0	0	repair	4G	Manual
91			0	0	0	0	0	0	0	acc	2G	Manual
92	05 Oktober 2016	3	0	0	0	0	0	0	0	acc	3G	Manual
93			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
94			0	0	0	0	3	0	0	repair	4G	Manual
95	07 Oktober 2016	3	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
96			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
97			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
98	17 Oktober 2016	1	0	0	0	0	0	0	0	acc	1G	Semi Otomatis

**c. Data Tank Top**

No	Tanggal	ni	JenisKetidaksesuaianWelding							Hasil Welding	Posisi	TeknikPengelasan
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7			
99	19 Oktober 2016	3	0	0	0	0	0	0	1	repair	4G	Manual
100			0	0	0	0	1	0	0	Acc	4G	Manual
101			0	0	0	0	0	0	1	repair	4G	Manual
102	21 Oktober 2016	1	0	0	0	0	1	0	4	repair	4G	Manual
103		2	0	0	0	0	0	0	0	Acc	4G	Manual
104			0	0	0	0	1	0	0	acc	4G	Semi Otomatis
105	07 November 2016	2	0	0	0	0	1	0	3	repair	4G	Manual
106			0	0	0	0	1	0	0	acc	1G	Manual
107	09 November 2016	2	0	0	0	0	0	0	1	repair	4G	Manual
108			0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
109	11 November 2016	2	0	0	0	0	0	0	2	repair	4G	Manual
110			0	0	0	0	1	0	1	repair	4G	Manual
111	21 November 2016	3	0	0	0	0	2	0	0	repair	4G	Manual
112			0	0	0	0	0	0	2	repair	2G	Semi Otomatis
113			0	0	0	0	2	0	0	repair	4G	Manual

114	23 November 2016	2	0	0	0	0	0	0	1	repair	3G	Manual
115			0	0	0	0	1	0	0	acc	4G	Manual
116	05 Desember 2016	3	0	0	0	0	1	0	0	acc	4G	Manual
117			0	0	0	0	0	0	1	repair	1G	Manual
118			0	0	0	0	1	0	1	repair	4G	Manual
119	09 Desember 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
120			0	0	0	0	0	0	1	repair	4G	Manual
121	19 Desember 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
122			0	0	0	0	1	0	0	acc	4G	Manual
123	23 Desember 2016	2	0	0	0	0	0	0	0	acc	4G	Manual
124			0	0	0	0	1	0	1	repair	1G	Manual

**Lampiran 2.** Data Jumlah Ketidaksesuaian Welding

Bagian Kapal	ni	Jenis Ketidaksesuaian Pengelasan							U <sub>i</sub>	$\bar{U}_i$
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7		
<i>Bottom Shell &amp; Side Shell</i>	76	17	0	5	0	52	4	60	138	1,816
<i>Main Deck</i>	22	0	0	0	0	7	0	6	13	0,59
<i>Tank Top</i>	26	0	0	0	0	15	0	20	35	1,346

### Lampiran 3. Output Pengujian Keacakan

#### Runs Test: BS&SS, MD, TT

Runs test for BS&SS

Runs above and below K = 3.72973

The observed number of runs = 20

The expected number of runs = 18.4054

14 observations above K, 23 below

P-value = 0.571

Runs test for MD

Runs above and below K = 1.44444

The observed number of runs = 5

The expected number of runs = 5.44444

5 observations above K, 4 below

\* N is small, so the following approximation may be invalid.

P-value = 0.748

Runs test for TT

Runs above and below K = 2.91667

The observed number of runs = 8

The expected number of runs = 7

6 observations above K, 6 below

\* N is small, so the following approximation may be invalid.

P-value = 0.545

## Lampiran 4. Output Pengujian Distribusi Poisson

### Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Data column: BS&SS

Poisson mean for BS&SS = 3.72973

		Poisson		Contribution
BS SS	Observed	Probability	Expected	to Chi-Sq
<=1	4	0,113510	4,19988	0,00951
2	6	0,166926	6,17626	0,00503
3	13	0,207529	7,67859	3,68784
4	4	0,193507	7,15977	1,39448
5	4	0,144346	5,34080	0,33661
6	1	0,089729	3,31996	1,62117
>=7	5	0,084453	3,12475	1,12539

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
37	0	5	8,18002	0,147

### Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Data column: MD

Poisson mean for MD = 1.44444

		Poisson		Contribution
MD	Observed	Probability	Expected	to Chi-Sq
0	4	0.235877	2.12289	1.65978
1	0	0.340711	3.06640	3.06640
>=2	5	0.423412	3.81070	0.37117

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
9	0	1	5.09735	0.024

### Goodness-of-Fit Test for Poisson Distribution

Data column: TT

Poisson mean for TT = 2.91667

TT	Observed	Poisson Probability	Expected	Contribution to Chi-Sq
<=1	4	0.211946	2.54335	0.834270
2	2	0.230171	2.76206	0.210253
3 - 4	3	0.386949	4.64339	0.581628
>=5	3	0.170934	2.05121	0.438867

N	N*	DF	Chi-Sq	P-Value
12	0	2	2.06502	0.356

### Lampiran 5. Perhitungan Kapabilitas Proses

#### a. Bottom Shell dan Side Shell

$$\bar{u} = \frac{U_i}{n_i} = \frac{128}{74} = 1.73$$

Kapabilitas :

$$\hat{p}' = 1 - e^{-\mu}$$

$$\hat{p}' = 1 - e^{-1.73} = 0.8227$$

$$\hat{p}^{\%}_{PK} = \frac{Z(0.8227)}{3} = \frac{0.93}{3} = 0.31$$

Kesimpulan :  $\hat{p}^{\%}_{PK} < 1$ , maka proses tidak kapabel

#### b. Main Deck

$$\bar{u} = \frac{U_i}{n_i} = \frac{13}{22} = 0.59$$

Kapabilitas :

$$\hat{p}' = 1 - e^{-\mu}$$

$$\hat{p}' = 1 - e^{-0.59} = 0.4457$$

$$\hat{p}^{\%}_{PK} = \frac{Z(0.4457)}{3} = \frac{-0.14}{3} = -0.046$$

Kesimpulan :  $\hat{p}^{\%}_{PK} < 1$ , maka proses tidak kapabel

c. *Tank Top*

$$\bar{u} = \frac{U_i}{n_i} = \frac{30}{25} = 1.2$$

Kapabilitas :

$$\hat{p}' = 1 - e^{-\mu}$$

$$\hat{p}' = 1 - e^{-1.2} = 0.6988$$

$$\hat{p}^{\%}_{PK} = \frac{Z(0.6988)}{3} = \frac{0.52}{3} = 0.173$$

Kesimpulan :  $\hat{p}^{\%}_{PK} < 1$ , maka proses tidak kapabel



## Lampiran 6. Surat Keaslian Data

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS :


Nama : Arizal Arif Firmansyah  
NRP : 1314030111

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang diambil dari :

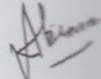
Sumber : Divisi *Quality Control* di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya  
Keterangan : Data Hasil Pemeriksaan Proses Welding Kapal Tonasa Lines N012612

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data, maka saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

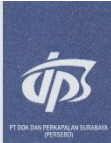
Mengetahui,  
Pembimbing Tugas Akhir

  
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT  
NIP. 19610311 198701 2 001

Surabaya, Juli 2017  
Yang  
Membuat Pernyataan

  
Arizal Arif Firmansyah  
NRP. 1314030111

## Lampiran 7. Surat Perijinan Data



*Meeting the Customer's Needs & Long Term Partnerships*

### SURAT KETERANGAN

No : 17 / ~~406~~ -7/DS/UM/i-1

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : BINA SMUDEREA  
NIP : 06.69.001120  
Jabatan : MANAGER PENGEMBANGAN SDM  
Instansi : PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : ARIZAL ARIF FIRMANSYAH  
NRP : 1314 030 111  
Jurusan : DIII STATISTIKA  
Universitas : INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Mahasiswa tersebut telah mengambil data "Hasil Pemeriksaan Proses Pengelasan Kapal Tonasa Lines N012612" di Divisi Quality Control untuk keperluan Penelitian Tugas Akhir di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (Persero).

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana semestinya.

Surabaya, 17 Juli 2017  
PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA



Bina Samudra  
Manager Pengembangan SDM



Jl. Tanjung Perak Barat 433 - 435 Surabaya 60165 - Indonesia  
Telp: +62 - 31-3291286 (Hunting), Fax: +62 - 31-3291659, 3291172, E-mail : [wecare@dok-sby.co.id](mailto:wecare@dok-sby.co.id), <http://www.dok-sby.co.id>

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Arizal Arif Firmansyah yang biasa dipanggil Arizal. Penulis dilahirkan di Surabaya, 29 Juli 1996 sebagai anak pertama dari lima bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Surabaya dan telah menempuh pendidikan

formal dimulai dari TK Al-Amin, SD Al-Kautsar, SMP Negeri 14 Kota Surabaya, dan SMA Negeri 22 Surabaya. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan studinya di Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS angkatan 2014 yang merupakan keluarga besar “*PIONEER*” dengan nomor sigma  $\sigma_{0.1011}^2$ . Tahun Pertama, penulis bergabung dengan Unit Kegiatan Mahasiswa yaitu Catur dan Koperasi Mahasiswa. Tahun kedua, penulis bergabung dengan organisasi supporter kampus yaitu Bonek Heroes Campus. Tahun ketiga, penulis bergabung dengan Komunitas Pendaki Gunung regional Susiresik dan mengikuti organisasi BEM FMIPA ITS sebagai Ketua Divisi Internal dan Kajian Strategis, serta HIMADATA-ITS sebagai elemen kaderisasi khususnya *Steering Committe* (SC). Pada semester 4, penulis mendapatkan kesempatan pengalaman Kerja Praktek di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya Jl. Tanjung Perak Barat 433-435, Surabaya. Selain pernah mengikuti organisasi penulis juga sering mengikuti kegiatan kepanitiaan yaitu Panitia GERIGI ITS 2016, Sie Akotrans PRS ITS, Koor Rea-Reo SE Statistika Bisnis ITS, dll. Segala kritik dan saran akan diterima oleh penulis untuk perbaikan kedepannya, Jika ada keperluan atau ingin berdiskusi dengan penulis dapat dihubungi melalui No. HP 082244679096 atau dihubungi melalui via *e-mail* yaitu pada [bisnisfirmansukses@gmail.com](mailto:bisnisfirmansukses@gmail.com) atau [arizalarif14@gmail.com](mailto:arizalarif14@gmail.com)